

Hybrid방식의 모바일 멀티캐스트 프로토콜 성능 분석 및 Smooth DMSP 핸드오프 스킴

박 진*(한국전자통신연구원), 서 영 주(포항공과대학교 컴퓨터공학과)
 {spider, yjsuh}@postech.ac.kr

Performance evaluation of hybrid-style mobile multicast routing protocol and smooth DMSP handoff scheme

Jin Park (Electronics & Telecommunication Research Institute),
 Young-Joo Suh (Department of Computer Science & Engineering, Pohang University of Science & Technology)

요 약

본 논문에서는 최근에 제안된 Hybrid 방식의 모바일 멀티캐스트 프로토콜 중 MOM, MMA, RBMOM, 그리고 TBMOM 프로토콜에 대해서 여러 가지 관점에서 성능을 비교하여 각 프로토콜의 장단점을 분석함과 동시에, 이들 방식이 공통적으로 가지는 DMSP(Designated Multicast Service Provider) 핸드오프 문제에 대해서 Smooth DMSP 핸드오프방식을 제안한다.

1. 서론

IETF의 Mobile IPv4(IPv6)는 이동 사용자에게 멀티캐스트를 지원하기 위한 방식으로 RS(Remote Subscription)과 bi-directional 터널링을 설명하고 있다[1][2]. 그러나, RS의 경우 이동 호스트가 핸드오프를 수행할 때마다 멀티캐스트 트리에 조인해야 하므로 빈번한 멀티캐스트 트리의 재구성으로 인한 부하와 전송지연으로 인한 데이터 손실을 초래할 수 있는 반면, bi-directional 터널링의 경우에는 이동 호스트의 핸드오프에 따른 추가적인 트리 조인은 일어나지 않으나 이동 호스트의 HA(Home Agent)가 멀티캐스트 트리에 가입한 후 이동 호스트에게 포워딩해야 하므로 데이터 전송경로가 최적화되지 못하는 단점을 가지고 있다. 따라서, 이 두 방식을 혼합하여 성능을 개선하고자 하는 Hybrid방식의 프로토콜이 여러 논문을 통해서 시도되고 있다. 본 논문에서는 이들 중 MOM[3], MMA[4], RBMOM[5], 그리고 TBMOM[6] 프로토콜에 대해서 여러 관점에서 성능을 비교하고 이들 방식이 공통적으로 가지는 DMSP(Designated Multicast Service Provider) 핸드오프 문제에 대해서 Smooth DMSP 핸드오프방식을 제안한다.

2. 배경 연구 설명

MOM 프로토콜[3]은 bi-directional 터널링 방식에서 야기되는 터널 집중현상(tunnel convergence problem)을 지적하고 이를 개선하기 위해 HA중 하나 또는 수 개를 DMSP로 선택하는 알고리즘들을 제시함으로써 데이터의 중복전송을 피한다. 그러나 이동 호스트의 핸드오프 시 DMSP 선택 알고리즘에 의해 다시 DMSP를 재 선택되어야 하는 경우 DMSP 핸드오프가 발생하게 되고, 잦은 DMSP의 핸드오프는 데이터 전송 손실을 야기하는 문제가 있다. 또한 기본적으로 HA의 터널링에 의해 데이터 전송이 이루어 지므로 전송경로가 최적화되지 못하는 문제점도 있다. MMA 프로토콜[4]에서는 기본적으로 포린 네트워크의 FA가 이동 호스트의 요구에 의해서 멀티캐스트 트리에 조인하게 되며, 이동 호스트가 핸드오프 시 멀티캐스트 트리가 재구성되는 동안 발생하는 전송 지연과 데이터 손실을 극복하기 위해서 핸드오프 이전의 포린 네트워크에 FA에게 MF(Multicast Forwarder)로 동작해 줄 것을 요구하여 지연시간동안 데이터를 터널링으로 전송 받는다. 이동 호스트가 새로 이동 해 간 포린 네트워크에서 조인을 수행할 지 혹은 MF에 의해 계속 터널링 서비스를 받을 지의 여부는 조인옵션을 통해 정해 질 수 있다.

RBMOM 프로토콜[5]은 이동성에 의해 야기되는 멀티캐스트 트리 재구성 부하와 데이터 터널링에 의한 데이터 전송경로의 비최적화 사이에 트레이드오프를 통해서 성능향상을 도모한 프로토콜이다. RBMOM에서 MHA(Multicast Home Agent)는 동적으로 선택되며 이동 호스트를 위해 멀티캐스트 트리에 조인한다. 각 MHA는 홈 카운터로 일정하게 정해진 범위 내 포린 네트워크를 방문한 이동 호스트들에 대해서 데이터 터널링 서비스를 하게 되며, 만약 이동 호스트가 핸드오프를 거듭하여 MHA가 서비스하는 지역을 벗어난 포린 네트워크로 이동해 가게 될 때, 이동 호스트는 당시의 FA에게 자신의 다음 MHA로 동작해

줄 것을 요구하게 되고 만약 허용된다면 새로운 MHA의 서비스 범위 내에서 다시 터널링 서비스를 제공 받는다.

TBMOM[6]프로토콜 역시 이동성에 의해 야기되는 멀티캐스트 트리 재구성 부하와 데이터 터널링에 의한 데이터 전송경로의 비최적화 사이에 트레이드오프를 통해서 성능향상을 도모하는 다른 방식의 프로토콜이다. TBMOM 프로토콜에서는 FMA(Foreign Multicast Agent)가 이동 호스트를 위해 멀티캐스트 데이터를 트리 조인한다. 그러나, 어떤 이동 호스트의 FMA는 그 이동 호스트가 가진 timer interval에 의해서 주기적으로 선택되며, 일정 시간 내 이동 호스트가 다른 포린 네트워크로 핸드오프할 경우 FMA가 터널링 서비스하게 된다. 이로써 TBMOM은 RBMOM에 비해 빠른 속도로 움직이는 이동 호스트에 대해 경로 최적성을 다소 희생하고도 멀티캐스트 트리 재구성 부하를 낮출 수 있으며, 느린 속도로 움직이는 이동 호스트에 대해서는 상대적으로 작은 트리 재구성 부하와 최적화된 경로를 유지할 수 있는 특징이 있으므로 이동 호스트의 속도를 고려하는 장점을 가진다.

3. Hybrid 방식 모바일 멀티캐스트 프로토콜 성능 비교

본 장에서는 RS와 bi-directional 터널링을 포함해서 hybrid방식의 MOM, MMA, RBMOM, TBMOM 프로토콜들에 대해서 트리 재구성 부하, 터널링 경로 길이, DMSP 핸드오프 회수, 그리고 핸드오프로 인한 데이터 전송 지연 정도를 비교한다. 성능평가에서 이동 호스트의 속도는 이동 호스트의 핸드오프 비율로 측정되었고 Random walk 이동 패턴을 사용하였으며 DMSP 선택 알고리즘으로 'Closest-to-FA' 가 사용되었다. 그림 1은 성능평가에 사용된 파라미터를 보인 것이다.

파라미터	설명	Value
TT	전체 성능 평가 시간	90000
N	LAN 수	100(10*10)
T	초기 조인된 LAN의 수	10
M	멀티캐스트 그룹의 수	1
G	멀티캐스트 그룹의 멤버 수	20
S	이동 호스트의 핸드오프 비율	1~100%
α	TBMOM 조인 타임아웃 인터벌	4-19 unit
β	RBMOM 서비스 홉 거리	1-3 hop

그림 1. 성능평가 파라미터

그림 2는 이동 호스트가 속도에 따른 평균 트리 재구성 부하를 보인 것이다. RS의 경우, 이동 호스트의 속도가 높아짐에 따라 트리 재구성 부하가 선형적으로 증가한다. RBMOM의 경우, 서비스 범위가 커짐에 따라 부하의 증가 정도가 다르다. TBMOM의 경우, 이동 호스트의 속도가 빠를 때 RBMOM에 비해서 낮은 트리 재구성 부하를 가지게 설계되었으므로 이동 호스트의 속도에 상관없이 거의 일정한 부하를 보인다.

RBMOM과 TBMOM은 각각 홑 거리 1과 타이머 4에서 이동 호스트의 속도 50%를 기점으로 교차하게 된다. 마찬가지로 홑 거리 2에서는 타이머 10에서 교차하게 된다.

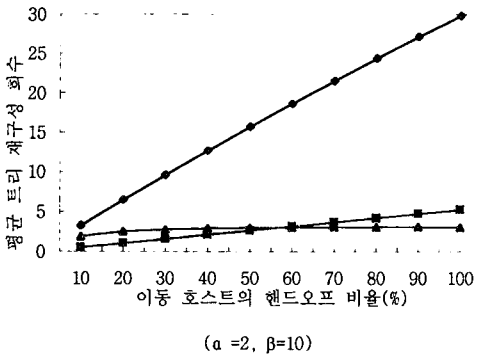
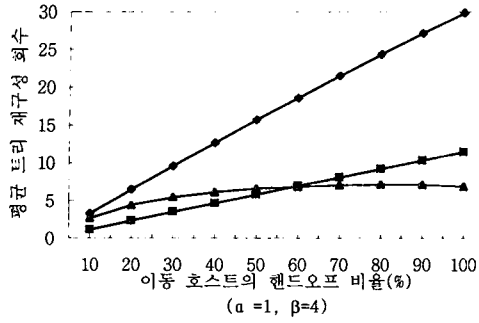


그림 2. 이동 호스트의 속도 당 평균 트리 재구성 회수

그림 3에서는 멀티캐스트 트리를 통한 데이터 전송경로를 제외한 멀티캐스트 에이전트들에 의한 터널링 길이를 비교한 것이다. TBMOM과 RBMOM은 간헐적인 트리 조인으로 인하여 상대적으로 짧은 터널링 길이를 보이고 있으며 TBMOM은 RBMOM에 비해 이동 호스트의 속도가 낮을 때(40%이하) RBMOM보다 짧은 터널링 경로를 가진다. 이동 호스트의 속도 50%가 아닌 40%에서 교차하는 이유는 성능평가에서 사용된 이동성 패턴인 Random mobility 모델이 어느 정도 방향성을 가지고 있기 때문이다. 만약 방향성이 더욱 큰 이동성 모델을 사용한다면 TBMOM은 빠른 속도에서 보다 많이 터널 길이를 가지게 된다.

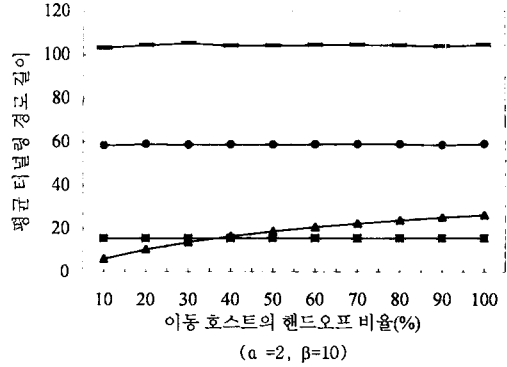
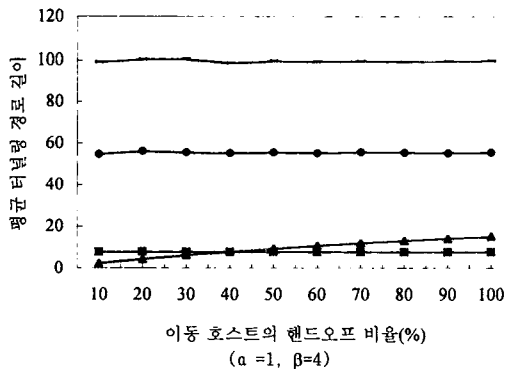
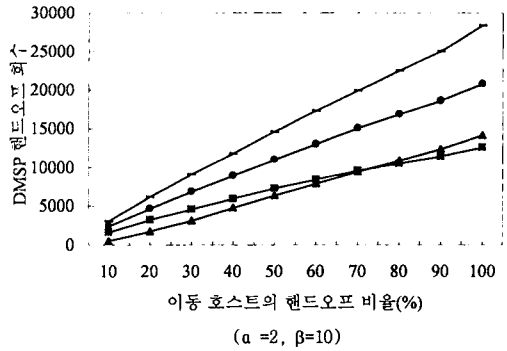
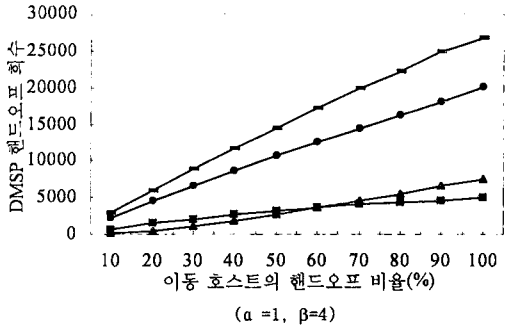


그림 3. 이동 호스트의 속도 당 평균 터널링 경로 길이

— MOM —▲— TBMOM —●— MMA —■— RBMOM

그림 4는 이동 호스트의 속도 당 DMSP 핸드오프 회수를 보인 것이다. MOM의 경우, 이동 호스트가 핸드오프에 따라 추가적인 트리 조인이 없으므로 DMSP 핸드오프가 다른 프로토콜에 비해서 상대적으로 높다. MMA의 경우에는 조인 옵션을 사용하지 않는 경우에 대해 비교했으며 이 경우 이동 호스트가 이미 멀티캐스트 멤버쉽이 있는 포인 네트워크를 방문할 경우에는 DMSP를 선택하지 않지만 나머지 경우에 있어서 DMSP를 선택해야 하므로 MOM 프로토콜 보다는 상대적으로 DMSP 핸드오프 회수가 높다. 이동 호스트의 이동에 따라 멀티캐스트 트리 조인이 동적으로 이루어지는 RBMOM과 TBMOM의 경우, MOM과 MMA보다 멀티캐스트 트리 조인을 보다 많이 수행하게 되므로 DMSP 핸드오프 회수는 상대적으로 낮다. 그러나, RBMOM의 경우 TBMOM에 비해서 서비스 범위 내에서만 머물거나 서비스 범위의 교집합 지역에서 머물게 될 경우 DMSP 핸드오프가 상대적으로 빈번히 발생한다. 이런 현상은 RBMOM의 서비스 범위가 커지거나 교집합 지역이 커질수록 DMSP 핸드오프는 더욱 빈번이 일어나게 된다.



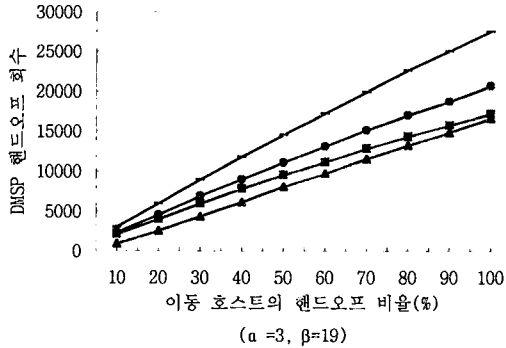


그림 4. 이동 호스트의 속도 당 DMSP 핸드오프 회수
($\alpha=3, \beta=19$)

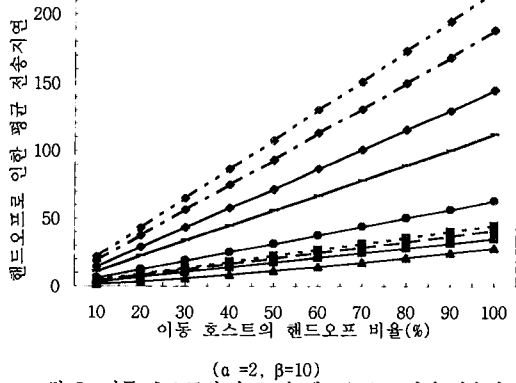
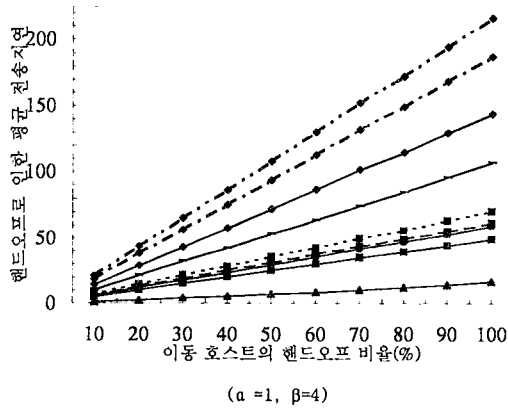


그림 5. 이동 호스트의 속도 당 핸드오프로 인한 전송지연

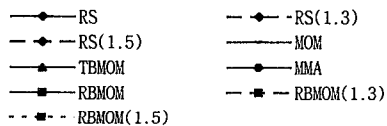


그림 5는 이동 호스트의 핸드오프가 미치는 멀티캐스트 데이터 전

송지연 정도를 보이고 있다. 지연 시간은 데이터 전송 경로의 길이로 측정되었다. 그런데, 멀티캐스트 트리에 조인할 경우 메시지 전송에 필요한 시간이 외 멀티캐스트 라우터의 프로세싱 부하 등으로 인한 지연 시간도 있으므로 이를 고려하기 위하여 멀티캐스트 트리에 조인을 할 경우에는 가중치를 두어 계산하였다. RS(1.3)의 경우 멀티캐스트 라우터의 프로세싱 부하를 1.3으로 한 것이다. RBMOM의 경우, 이동 호스트가 서비스 범위를 벗어나자마자 멀티캐스트 트리에 조인을 수행하게 되므로 RBMOM(1.3)은 이때 발생하는 프로세싱 부하를 1.3으로 한 것이다. TBMOM의 경우에 타이머 만료에 의해 멀티캐스트 트리에 조인을 수행하면서도 트리로부터 실제 데이터가 도착하기 전까지는 이전 FMA로부터 데이터 전송 받기를 계속하므로 훨씬 낮은 전송지연을 보인다.

3. Smooth DMSP handoff scheme

DMSP 핸드오프는 이동 호스트들이 멤버쉽을 가지고 있지 않은 포린 네트워크를 방문하거나 떠날 경우 보다 적합한 DMSP를 선택하기 위해서 발생한다. DMSP 핸드오프로부터 발생하는 데이터 전송의 손실을 줄이기 위해서는 DMSP를 다시 선택하여야 할 때 기존에 DMSP가 새로운 DMSP가 선택되기 전까지 서비스를 해주어야 한다. 따라서 본 논문에서 비교된 MOM, RBMOM, MMA, TBMOM에서 터널링 서비스를 제공하는 DMSP 멀티캐스트 에이전트들은 'Gratuitous 포워딩 서비스'를 제공하여 DMSP 핸드오프가 발생하는 포린 네트워크에 대해 새로운 DMSP가 선택되어 그로부터 멀티캐스트 데이터가 수신될 때까지 기존의 DMSP로부터 데이터를 Gratuitous 포워딩 서비스를 받는다. Gratuitous 포워딩 서비스를 위해 필요한 보안 문제는 본 논문의 범위 밖에 있다. 그림 6은 Smooth DMSP 핸드오프 스킴을 보여주고 있다.

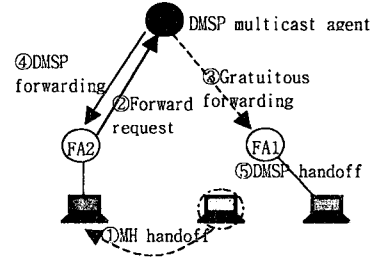


그림 6. Smooth DMSP 핸드오프 & Gratuitous 포워딩 서비스

4. 결론

이상 위에서와 같이 Hybrid 방식의 모바일 멀티캐스트 라우팅 프로토콜의 장단점을 비교하였다. 성능 평가에서 특히, random walk 이동성 환경에서 RBMOM의 서비스 범위 1,2,3 홉에 대해 TBMOM의 timer interval이 각각 4,10,19로 정해질 때 TBMOM의 디자인 목표를 달성할 수 있음을 확인한 것은 주목할 만 하다. 또한, 위 언급된 프로토콜에 대해서 Smooth DMSP 핸드오프를 제안하여 Hybrid 방식의 모바일 멀티캐스트 스킴에서 발생하는 DMSP 핸드오프로 인한 데이터 전송의 지연을 줄이는 방식을 제안하였다.

5. 참고 문헌

- [1] C. Perkins, IP mobility support, RFC 2002
- [2] V. Chikarmane, C. L. Williamson " Multicast Support for Mobile Host Using Mobile IP: Design Issues and Proposed Architecture" , ACM. Baltzer Mobile Networks and Applications, pp.365-379,1998
- [3] T.G. Harrison, C.L. Williamson, " Mobile Multicast(MOM) Protocol: Multicast Support For Mobile Hosts," ACM MOBICOM 97, pp. 151-160
- [4] Hee-Sook Shin; Young-Joo Suh; Dong-Hee Kwon " Multicast Routing Protocol By Multicast Agent in Mobile Network" , ICPP2000
- [5] Lin, C.R., Kai-Min Wang " Mobile Multicast Support in IP Network" , INFOCOM 2000, Vol3, pp.1664 -1672
- [6] 박진, 서영주 " 이동 호스트를 위한 효율적인 멀티캐스트 라우팅 프로토콜" 2001 춘계 정보과학회 논문집A 28권 1호, pp. 262-264